

Program za samodejno nastavljanje parametrov PID regulatorjev

Damir Vrančić, Gregor Kandare in Samo Gerkšič
Institut Jožef Stefan
Jamova 39, 1000 Ljubljana
damir.vrancic@ijs.si

PROGRAM PACKAGE FOR TUNING PID CONTROLLERS

Abstract: The vast majority of control loops in chemical and process industries are not adequately tuned. Poor tuning leads to increased energy and material consumption and lower quality of products. In order to improve efficiency of the closed-loop control, a program package "LEK Tuner" has been developed. It is connected to the process by means of OPC signals and can perform PID and cascade-loop tuning on-line. It was shown that tuning procedure is very simple and efficient.

1 Uvod

PID regulatorji sodijo med najbolj uporabljene regulatorje v industriji. Rezultati številnih študij kažejo, da je v procesni in kemični industriji nad 95% zank PID tipa. Vsako regulacijsko zanko je potrebno ustrezno nastaviti (vpisati parametre proporcionalnega, integrirnega in diferencirnega člena), vendar pa, zaradi pomanjkanja časa ali neustrezne usposobljenosti izvajalcev del in vzdrževalcev, do tega pogosto ne pride. To potrjuje tudi sorazmerno majhen delež (20%) ustrezno nastavljenih regulacijskih zank v procesni in kemični industriji širom sveta [1, 2]. Naše izkušnje kažejo na to, da v Sloveniji rezultati niso bistveno boljši.

Posledice neustrezno nastavljenih zank so večja poraba energije in/ali vhodnega materiala, obraba izvršnih členov in morebitno povečanje števila izpadov proizvodnje.

Da bi olajšali delo izvajalcem del in vzdrževalcem, smo pred kratkim v sodelovanju s podjetjem LEK, d.d. (naročnik) razvili

programsko orodje za nastavljanje parametrov PID regulatorjev (z delovnim imenom LEK Tuner). LEK Tuner sestavlja ena sama datoteka tipa exe, kar omogoča zagon tudi na sistemih, kjer instalacija programov ni omogočena. LEK Tuner lahko uporabimo na osebnih računalnikih z operacijskim sistemom Windows, kjer lahko dostopamo do posameznih procesnih signalov prek OPC strežnika. Programski paket LEK Tuner je namenjen ročnemu ali avtomatskemu nastavljanju parametrov PID in kaskadnih PID regulatorjev v regulacijskih zankah.

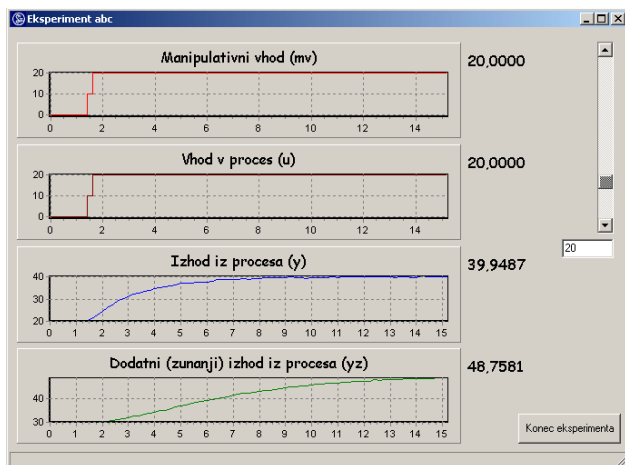
Ob zagonu programa izberemo vhode, izhode in parametre regulatorja prek OPC povezave, nato pa izvedemo poizkus (spremenimo delovno točko procesa). Po opravljenem poizkusu avtomatično izračunamo model procesa, nato pa še parametre PID ali kaskadnega regulatorja. Program omogoča tudi zapis rezultatov (tekstovno in grafično) v obliki datoteke tipa Microsoft Word. Podrobnejši opis programskega paketa sledi v poglavju 2 (uporabniški priročnik je na voljo na spletni strani [3]).

2 Funkcije programa PID Tuner

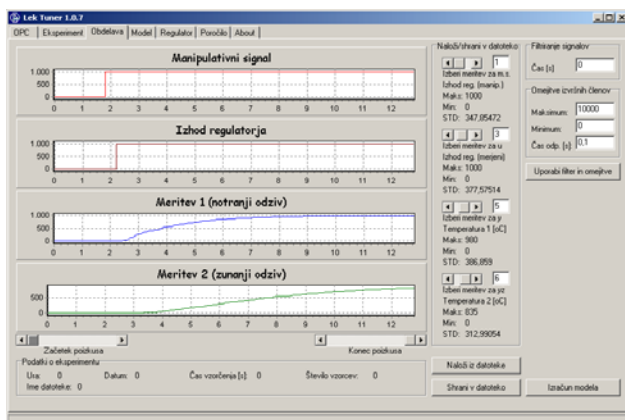
Programski paket PID Tuner je sestavljen iz večih modulov, ki opravljajo naslednje naloge:

- izbira OPC strežnika ter vhodno-izhodnih signalov in parametrov regulatorja,
- izbira načina poizkusa (ročno voden ali samodejen), vpis parametrov poizkusa in ostalih nastavitvev samodejnega poizkusa,
- izvedba poizkusa,
- obdelava meritev,
- izračun modela procesa,
- izračun parametrov I, P, PI in PID regulatorja ter kaskadnega regulatorja in

začetek in konec meritve, filtriramo meritve in podamo omejitve izvršnega člena.



Slika 3. Potek eksperimenta

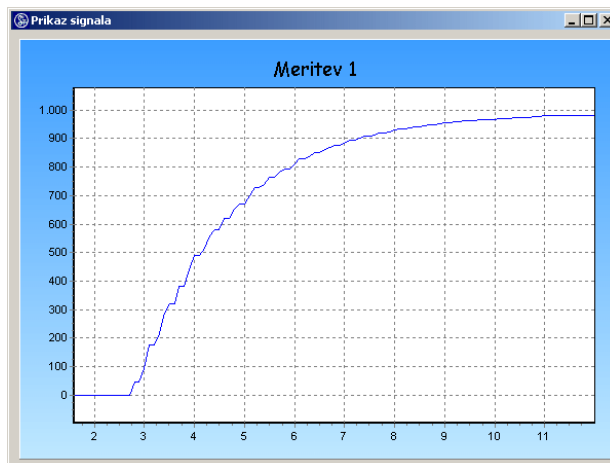


Slika 4. Prikaz signalov in obdelava

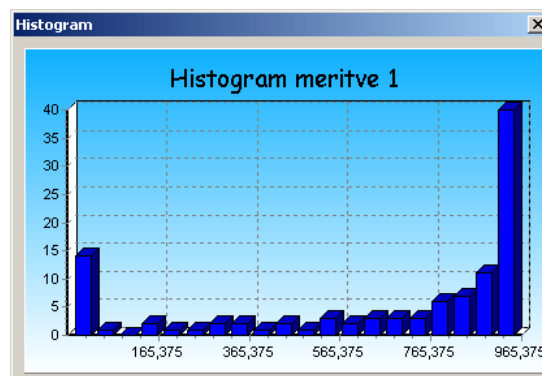
Najbolj pomembne funkcije prikaznega okna so naslednje:

- prikaz signalov,
- izbira začetka in konca poizkusa,
- dodatno filtriranje meritev in vnos omejitev izvršnega člena ter
- izračun modela procesa (s pritiskom na gumb »Izračun modela«).

Z dvojnimi klikom ali desnim klikom na prikaz signala dobimo podrobnejši prikaz časovnega signala ali histogram signala (kot je prikazano na slikah 5 in 6).



Slika 5. Podrobnejši prikaz časovnega signala (dvojni klik na prikaz signala).

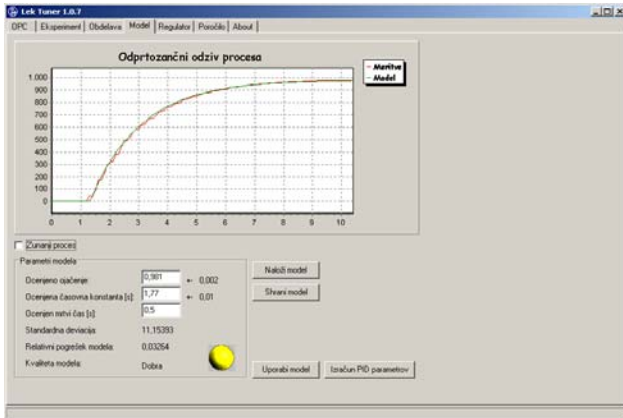


Slika 6. Prikaz histograma merjenega signala (desni klik na prikaz signala).

2.5 Model procesa

S pritiskom na zavihek »Model« se odpre okno za prikaz modela procesa (slika 7). Najpomembnejše funkcije okna so naslednje:

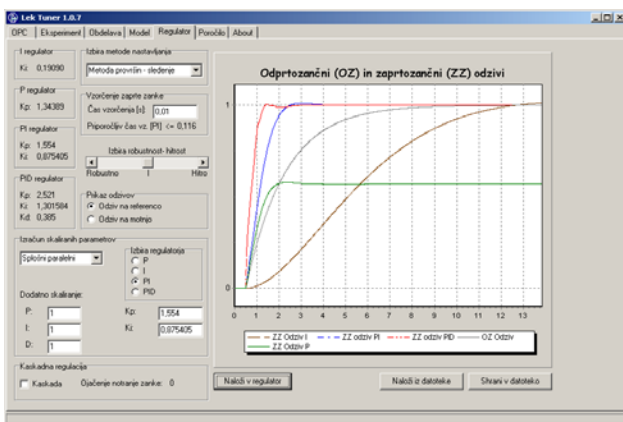
- grafični prikaz meritve in modela procesa,
- prikaz parametrov modela procesa z možnostjo ročnega spreminjanja parametrov in
- izračun parametrov regulatorja (s pritiskom na tipko »Izračun PID parametrov«).



Slika 7. Prikaz modela procesa in ujemanje z merjenim signalom

2.6 Parametri PID regulatorja

S pritiskom na zavihek »Regulator« se prikaže okno, kjer so prikazani parametri PID regulatorja in zaprtozančni odzivi modela procesa (slika 8).



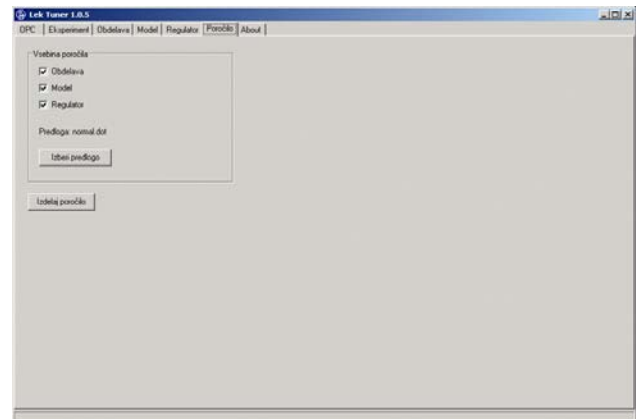
Slika 8. Prikaz parametrov regulatorjev in zaprtozančnih odzivov

Najpomembnejše funkcije prikaznega okna so naslednje:

- izbira metode nastavljanja in robustnosti zaprte zanke,
- izbira časa vzorčenja zaprte zanke,
- prikaz zaprtozančnih odzivov P, I, PI in PID ter kaskadnega regulatorja in
- dodatno skaliranje parametrov.

2.7 Izdelava poročila

S pritiskom na zavihek »Poročilo« se prikaže okno, kjer izberemo parametre za avtomatsko generiranje poročila v obliki Microsoft Word datoteke (glej sliko 9). Tu lahko nastavimo izgled poročila o meritvah.



Slika 9. Prikaz parametrov za avtomatsko generiranje poročila

3 Primer uporabe orodja PID Tuner

Za primer bomo prikazali primer uporabe programskega paketa pri ročno vodenem poizkusu.

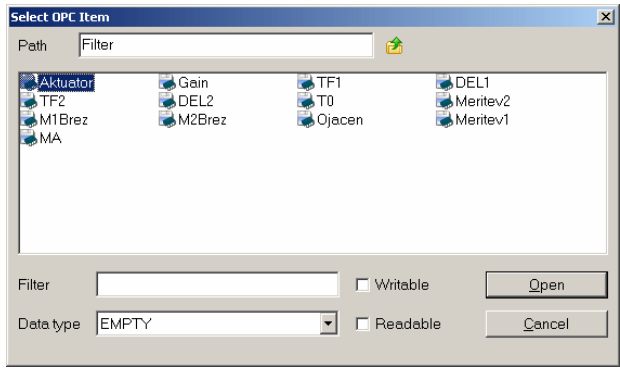
Po zagonu programa LEK Tuner počakamo, da se prikaže uvodno okno (slika 1). Nato izberemo ustrezen OPC strežnik in posamezne OPC točke.

Pojavi se okno v katerem izberemo ustrezni signal (slika 10).

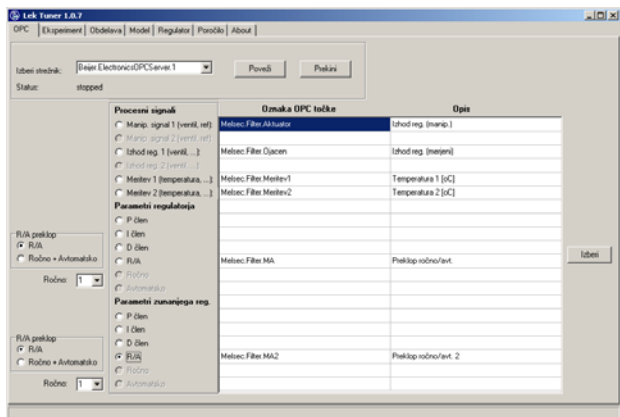
Končni izgled okna prikazuje slika 11. Ostale parametre regulatorja (P, I in D člen) vpišemo takrat, ko nameravamo vpisovati izračunane parametre v regulator.

Nato pritisnemo zavihek »Eksperiment« in vnesemo parametre poizkusa, kot je prikazano na sliki 12. Izberemo »Ročno voden poizkus«. Čas vzorčenja je potrebno izbrati tako, da je vsaj 10-20 krat krajši od časovne konstante procesa. Nato označimo samo polje »Zaprta zanka po poizkusu« (4), da preklopimo regulator nazaj v zaprtozančno delovanje po

končanem poizkusu. Eksperiment nato zaženemo s pritiskom na tipko »Aktiviraj eksperiment« (5).



Slika 10. Okno za izbiro OPC signala.

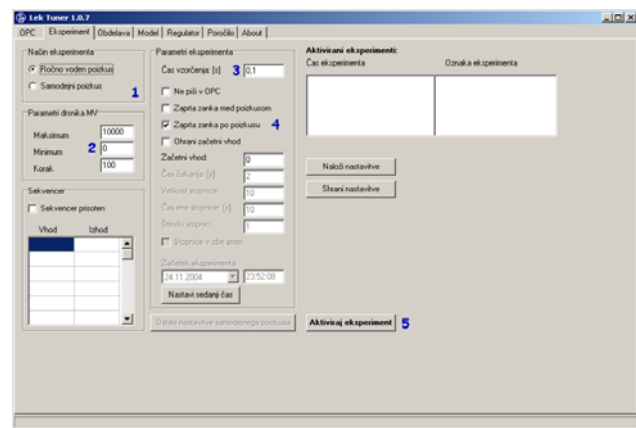


Slika 11. OPC okno programa po vstavitvi parametrov.

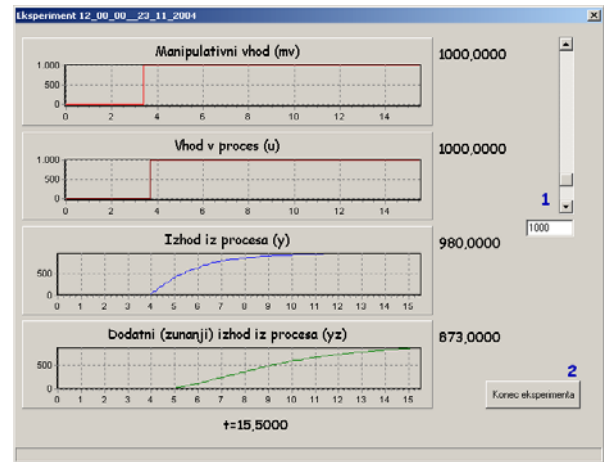
Po shranjevanju vnešenih parametrov poizkusa v izbrano datoteko se zažene poizkus. Odpre se okno eksperiment (slika 13). S spremembo položaja drsnika (1) ali vnosnega polja pod drsnikom spremenimo velikost manipulativne spremenljivke. Maksimalno in minimalno vrednost drsnika, kot tudi minimalen korak drsnika smo predhodno nastavili v oknu eksperiment (slika 12, (2)). Poizkus končamo s pritiskom na tipko »Konec eksperimenta« (2).

Po koncu eksperimenta se avtomatično odpre zavihek »Obdelava« (slika 14). V tem oknu najprej nastavimo ustrezne omejitve izvršnih členov (1) in pritisnemo tipko »Uporabi filter in omejitve« (2). Nato nastavimo drsnik za začetek

poizkusa (3) tako, da je viden prehod manipulativne spremenljivke iz začetne vrednosti na končno vrednost. Na koncu pritisnemo tipko »Izračun modela« (5).



Slika 12. Okno eksperiment po vstavitvi parametrov.

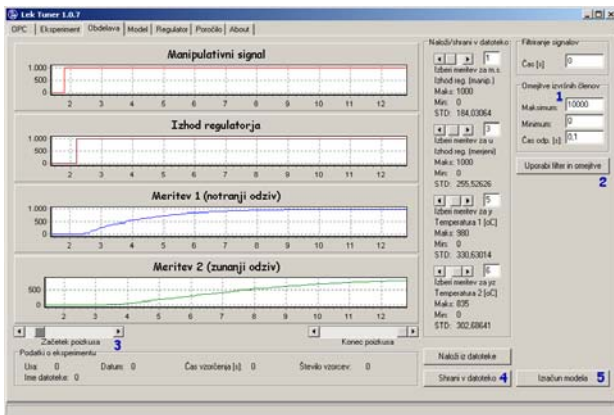


Slika 13. Izgled okna med izvedbo poizkusa.

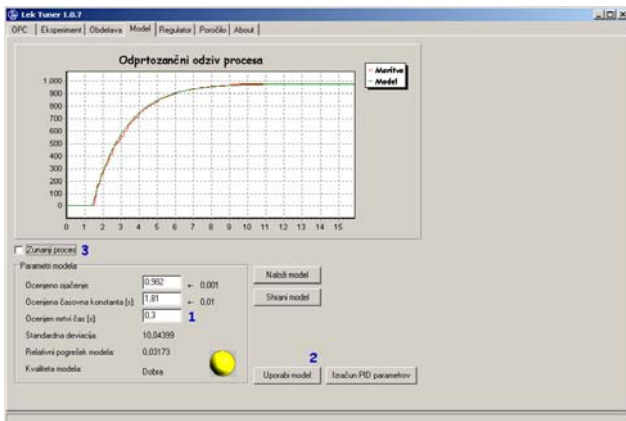
Prikaže se okno »Model« (slika 15), kjer sta prikazana odziva modela procesa in meritve. Nato pritisnemo tipko »Izračun PID parametrov« (3). Odpre se zavihek »Regulator« (slika 16).

V oknu »Regulator« najprej vnesemo ustrezen čas vzorčenja regulatorja v polje »Čas vzorčenja«. Izbrani čas naj bi bil manjši od priporočenega časa vzorčenja za PI regulator (prikazan pod vnosnim poljem »Čas vzorčenja«). Metodo nastavljanja parametrov regulatorja lahko izberemo s pritiskom na izbiro

metode nastavljanja (2). Zaprtzoančne odzive lahko nato fino nastavimo z drsnikom »Izbira robustnost-hitrost« (3). V polju »prikaz odzivov« (4) nastavimo zaprtzoančni prikaz na stopničasto spremembo reference ali stopničasto motnjo na vходу v proces.

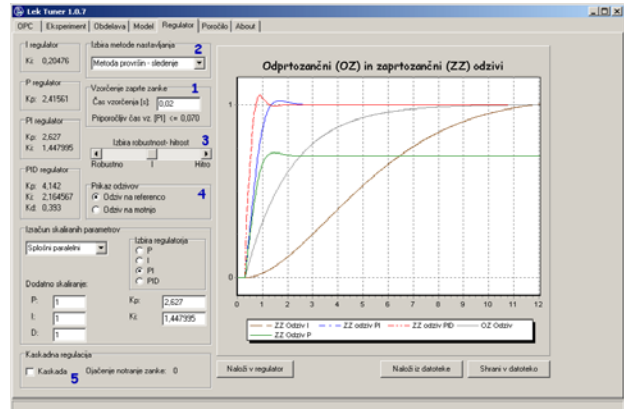


Slika 14. Okno obdelava po vstavitvi ustreznih parametrov.



Slika 15. Izgled okna »model«.

Poročilo v obliki datoteke Microsoft Word lahko avtomatsko generiramo v zavihku »Poročilo« s pritiskom na tipko »Izdajaj poročilo« (glej sliko 9). Poročilo prikazuje posnete signale, histograme, model procesa in zaprtzoančne odzive procesa, kot tudi parametre modela in regulatorjev.



Slika 16. Izgled okna »regulator«.

4 Sklep

Programski paket LEK Tuner ja namenjen izvajalcem del ali vzdrževalcem, ki se pogosto srečujejo z nastavljanjem parametrov PID ali kaskadnih regulatorjev. Programski paket je enostaven za uporabo in s pomočjo OPC povezave nudi učinkovito nastavljanje parametrov regulatorjev. V kratkem bo program nadgrajen tudi za nastavljanje parametrov regulatorjev z vnaprejšnjim vodenjem (feed-forward) in regulatorjev na osnovi Smithovega prediktorja (za sisteme s časovnimi zakasnitvami).

5 Literatura

- [1] D. B. Ender, *Process control performance: Not as good as you think*, Control Engineering, Vol. 40., No. 10, str. 180-190, 1993.
- [2] M. L. Brisk, *Process control: Potential Benefits and Wasted Opportunities*, 5th Asian Control Conference, Final program and book of abstracts, str. 24-30, Melbourne, 2004.
- [3] D. Vrančič, *LEK Tuner, Uporabniški priročnik*, Institut Jožef Stefan, Ljubljana 2005. Priročnik se nahaja na spletni strani: <http://www-e2.ijs.si/damir.vrancic/tuning/>